



M11/4/CHEMI/HP3/SPA/TZ0/XX



22116127



International Baccalaureate®
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

QUÍMICA
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 3

Martes 10 de mayo de 2011 (mañana)

1 hora 15 minutos

Número de convocatoria del alumno

0	0								
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Código del examen

2	2	1	1	-	6	1	2	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---

INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS

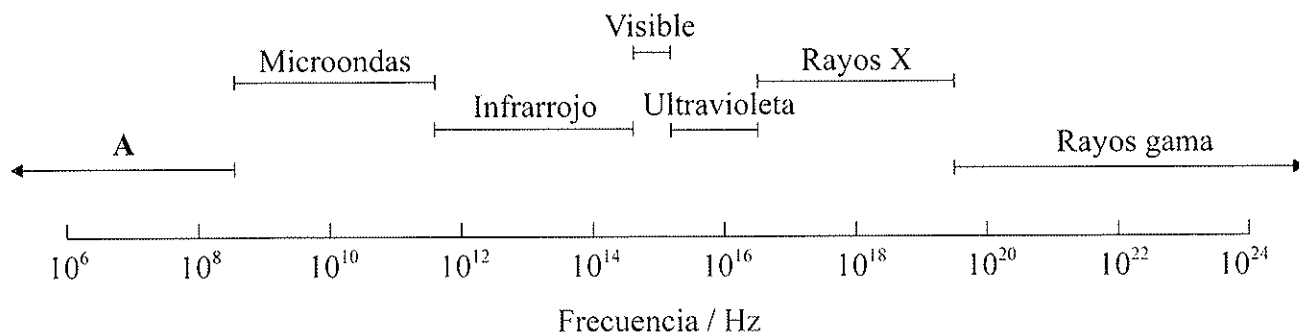
- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas de dos de las opciones.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas.



0144

Opción A — Química analítica moderna

A1. A continuación se representan regiones seleccionadas del espectro electromagnético en orden creciente de frecuencia.



(a) Identifique la región A.

[1]

.....

(b) Identifique los procesos atómicos o moleculares asociados con las microondas y la radiación ultravioleta.

[2]

Microondas:

.....

Ultravioleta:

.....

(c) Explique por qué las absorciones en la espectroscopía infrarroja (IR) se producen a frecuencia mucho mayor que las de la espectroscopía de RMN de ^1H .

[2]

.....

.....

.....

.....



A2. Los químicos inorgánicos, físicos y orgánicos usan habitualmente la espectroscopía infrarroja como técnica analítica.

- (a) Explique por qué el bromuro de hidrógeno es activo en el IR mientras que el bromo es inactivo en el IR.

[1]

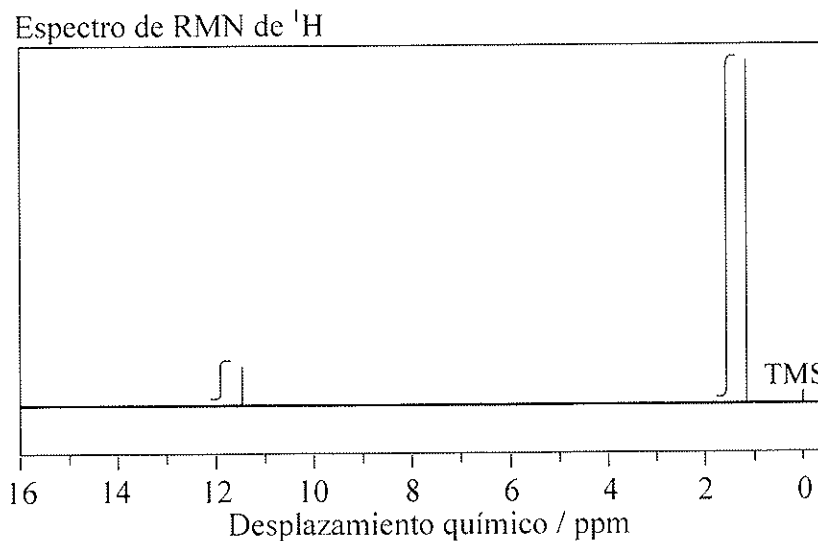
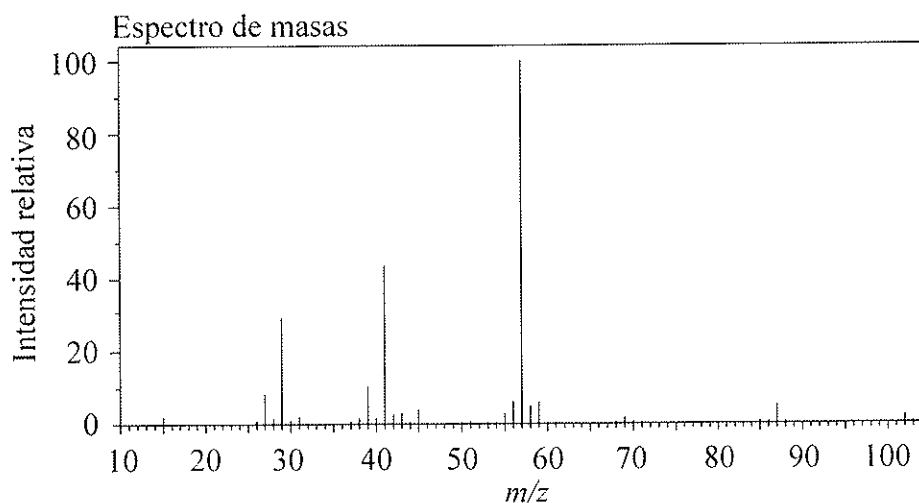
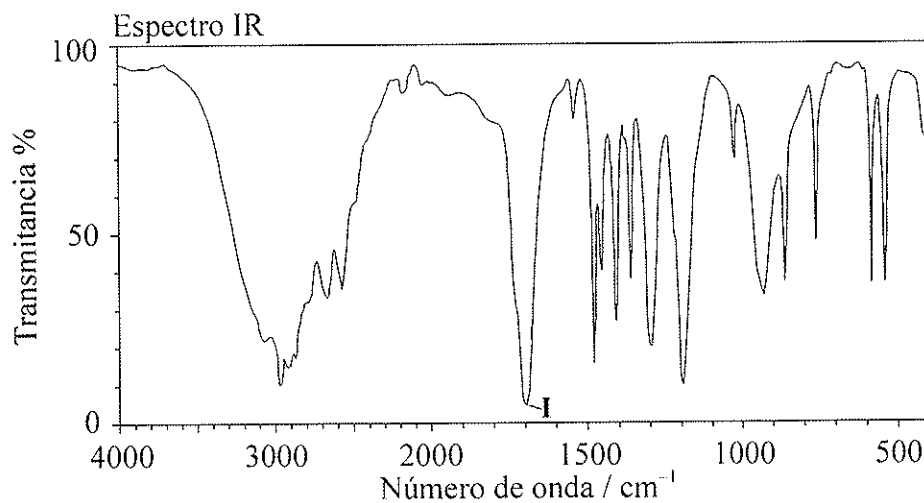
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A2: continuación)

- (b) A continuación se representa el espectro IR, el espectro de masas y el espectro de RMN de ^1H de un compuesto desconocido, **X**, de fórmula molecular $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$.



[Fuente: SDBSWeb: <http://riod01.ibase.aist.go.jp/sdbs/> (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A2: continuación)

- (i) En el espectro IR, identifique el enlace responsable de la absorción rotulada como I. [1]

.....

- (ii) En el espectro de masas, deduzca a qué fragmentos corresponden los valores de m/z 102 y 57. [2]

$m/z = 102$:

$m/z = 57$:

- (iii) Identifique el pico a 11,5 ppm en el espectro de RMN de ^1H . [1]

.....

- (iv) A partir de las curvas de integración del espectro de RMN de ^1H , indique qué información se puede obtener sobre los átomos de hidrógeno responsables del pico a 1,2 ppm. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A2: continuación)

(v) Deduzca la estructura de **X**.

[1]

(vi) El $\text{HCOOC}(\text{CH}_3)_3$ es un isómero de **X**. Deduzca el número total de picos que presenta el espectro de RMN de ^1H de este isómero (excluyendo el pico a 0 ppm correspondiente al TMS) y la relación de las áreas de los picos. Para **cada** pico, deduzca si se trata de un singlete, doblete, triplete o cuarteto o si presenta un patrón de desdoblamiento más complejo.

[3]

Número de picos (excluyendo el pico a 0 ppm correspondiente al TMS):

.....

Relación de las áreas de los picos:

.....

Patrones de desdoblamiento:

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A2: continuación)

- (vii) El $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ es otro isómero de **X**. Deduzca el número total de picos que presenta el espectro de RMN de ^1H de este isómero (excluyendo el pico a 0 ppm correspondiente al TMS) y la relación de las áreas de los picos. Para **cada** pico, deduzca si se trata de un singlete, doblete, triplete o cuarteto o si presenta un patrón de desdoblamiento más complejo.

[3]

Número de picos (excluyendo el pico a 0 ppm correspondiente al TMS):

.....

Relación de las áreas de los picos:

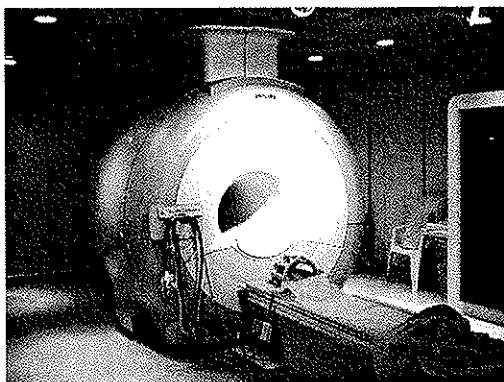
.....

Patrones de desdoblamiento:

.....



- A3. La espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) es la base de una técnica de diagnóstico médico llamada generación de imágenes por resonancia magnética (IRM). A continuación se muestra el instrumento que se usa en un hospital para aplicar esta técnica.



[Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Modern_3T_MRI.JPG]

Explique el rol de la RMN en esta técnica que se puede usar para obtener una imagen tridimensional de los órganos del cuerpo humano.

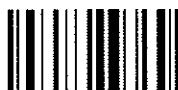
[2]

.....

.....

.....

.....



- A4.** La cromatografía gas-líquido (GLC) es una técnica analítica poderosa. Resuma los principios de esta técnica, a partir de la inyección de la muestra.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

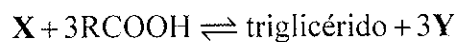
.....

.....



Opción B — Bioquímica humana

- B1.** Los triglicéridos son uno de los tres tipos de lípidos que se encuentran en el cuerpo humano. La siguiente ecuación representa la formación de un triglicérido.



- (a) Identifique los compuestos **X** e **Y**.

[2]

<p>X:</p> <p>Y:</p>

- (b) Dibuje la fórmula estructural de un triglicérido formado a partir de una molécula de ácido octanoico, una de ácido láurico y una de ácido esteárico. Encontrará las fórmulas de los ácidos en la Tabla 22 del Cuadernillo de Datos.

[1]

--

- (c) Explique si el triglicérido del apartado (b) es sólido o líquido a temperatura ambiente.

[3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



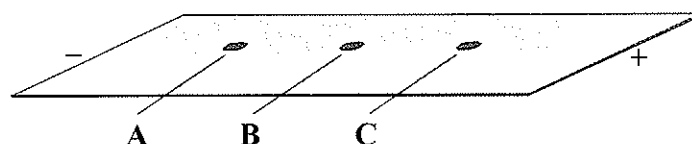
(Pregunta B1: continuación)

- (d) Identifique el tipo de reacción que se produce durante la formación de un triglicérido. [1]

.....



- B2.** (a) Una mezcla de los aminoácidos serina (Ser), ácido glutámico (Glu) y lisina (Lys) se separó usando electroforesis y un tampón (*buffer*) de pH 5,7. Se colocó una gota de la mezcla en el centro del papel y se aplicó una diferencia de potencial. Se revelaron los aminoácidos obteniéndose los siguientes resultados.



- (i) Describa cómo se pudieron haber revelado las manchas de aminoácidos. [1]

.....

.....

- (ii) Prediga qué aminoácido se encuentra en la mancha **C**. Explique su respuesta. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) El aminoácido de la mancha **B** se encuentra en su punto isoeléctrico. Describa **una** característica de un aminoácido en su punto isoeléctrico. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B2: continuación)

- (b) Explique, usando ecuaciones, cómo el aminoácido glicina (Gly) puede actuar como un tampón (*buffer*).

[2]

.....

.....

.....

.....

- B3.** Los iones cobre intervienen en el transporte de electrones. Una reacción que se produce es la oxidación de la glucosa, $C_6H_{12}O_6$, para formar dióxido de carbono, CO_2 . Indique las semiecuaciones que representan la oxidación de la glucosa y la reacción asociada en la que intervienen iones cobre.

[2]

.....

.....

.....

.....



B4. (a) El ADN y el ARN contienen una pentosa.

- (i) Indique los nombres de los azúcares presentes en **cada** ácido nucleico y resuma en qué se diferencian sus estructuras químicas. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique **una** diferencia estructural distinta entre el ADN y el ARN. [1]

.....

- (b) (i) Resuma las etapas del análisis del ADN. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B4: continuación)

(ii) Indique **un** uso del análisis del ADN.

[1]

.....
.....



Opción C — Química en la industria y la tecnología

C1. El aluminio y sus aleaciones se usan ampliamente en la industria.

(a) El aluminio metálico se obtiene por electrólisis de alúmina disuelta en criolita fundida.

(i) Explique la función de la criolita fundida.

[1]

.....

.....

(ii) Indique la semiecuación que representa la reacción que se produce en el electrodo positivo (ánodo).

[1]

.....

(b) Resuma **dos** formas diferentes por medio de las cuales se produce dióxido de carbono durante la obtención de aluminio.

[2]

.....

.....

.....

.....



C2. Los catalizadores pueden ser homogéneos o heterogéneos.

- (a) (i) Explique cómo un catalizador heterogéneo puede aumentar la velocidad de la reacción entre monóxido de carbono, CO(g) , y monóxido de nitrógeno, NO(g) . [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Resuma **una** desventaja de usar un catalizador heterogéneo en lugar de un catalizador homogéneo. [1]

.....

.....

- (b) Discuta **dos** factores que sea necesario considerar cuando se selecciona un catalizador para un proceso químico en particular. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta C2: continuación)

- (c) (i) Indique en qué tipo de reacción se usa un catalizador de Ziegler-Natta. [1]

.....

- (ii) Describa la composición de un catalizador de Ziegler-Natta. [2]

.....
.....
.....



C3. Las pantallas de cristal líquido se utilizan en relojes digitales, calculadoras y computadoras portátiles.

- (a) Describa el estado de cristal líquido, desde el punto de vista de la ordenación de las moléculas, y explique qué sucede a medida que se eleva la temperatura.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Discuta **tres** propiedades que debe tener una sustancia para que se pueda utilizar en pantallas de cristal líquido.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

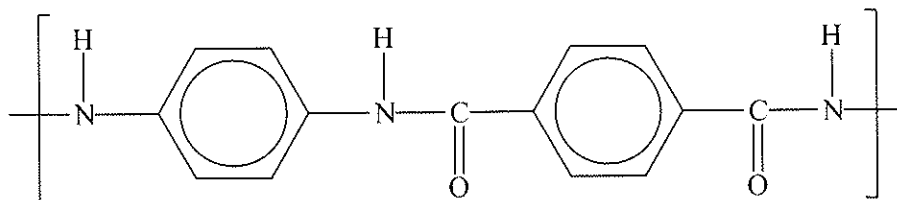
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta C3: continuación)

- (c) El Kevlar es un polímero de condensación que se usa habitualmente en pantallas de cristal líquido. A continuación se muestra una parte del polímero.



- (i) Describa las propiedades de cristal líquido del Kevlar.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Explique la resistencia del Kevlar desde el punto de vista de su estructura y enlace.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Explique por qué un chaleco antibalas hecho de Kevlar se debería almacenar alejado de los ácidos.

[2]

.....

.....

.....

.....



Opción D — Medicinas y drogas

D1. La morfina es un analgésico fuerte que se administra por vía parenteral.

- (a) Explique por qué la morfina normalmente se inyecta de forma intravenosa.

[1]

.....

- (b) La diamorfina (heroína) es un analgésico más efectivo que la morfina. En la Tabla 20 del Cuadernillo de Datos encontrará las estructuras de la morfina y la diamorfina. Explique desde el punto de vista molecular por qué la diamorfina se absorbe en los tejidos grasos con mayor rapidez que la morfina.

[2]

.....
.....
.....
.....



D2. La cafeína y la nicotina son dos estimulantes habituales.

(a) Describa **dos** efectos de cantidades grandes de cafeína sobre el cuerpo humano.

[2]

.....

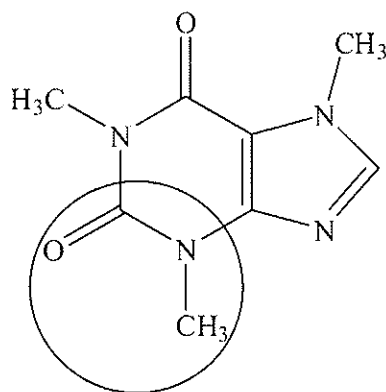
.....

.....

.....

(b) (i) Indique el nombre del grupo funcional marcado con un círculo en la estructura de la cafeína.

[1]



.....

(ii) Deduzca qué grupo funcional tienen en común la nicotina y la cafeína.

[1]

.....



D3. Durante el desarrollo de drogas, se realizan ensayos para determinar el margen terapéutico.

- (a) Explique el significado del término *margen terapéutico* y discuta su importancia en la administración de drogas.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Explique el uso de placebos en los ensayos clínicos con seres humanos.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Identifique **un** efecto distinto de una droga que se deba determinar durante los ensayos clínicos.

[1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta D3: continuación)

- (d) En la década de los 1950, se administró talidomida a las mujeres embarazadas para aliviar las náuseas matinales. Muchos de los niños nacidos de esas mujeres tenían deformaciones en los miembros. Indique la característica estructural de la talidomida que fue la responsable de esos efectos diferentes y explique la repercusión que ha tenido este hecho sobre el desarrollo de drogas.

[2]

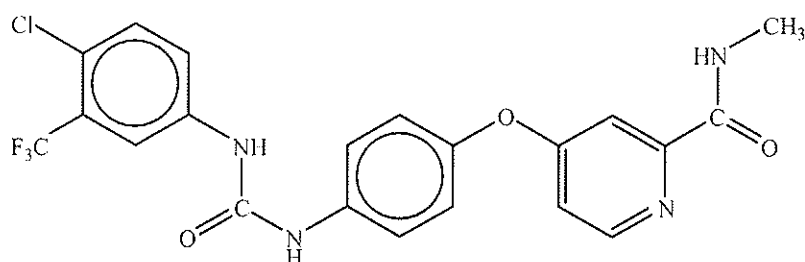
.....

.....

.....

.....

- (e) El sorafenib, una droga usada para tratar el cáncer de riñón y de hígado, se produjo usando técnicas combinatorias. A continuación se muestra la estructura del sorafenib.



- (i) Describa cómo se pudo haber usado la química combinatoria para sintetizar el sorafenib.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique **una** ventaja de la química en fase sólida durante la síntesis combinatoria.

[1]

.....



D4. Algunas sustancias psicotrópicas presentan semejanzas estructurales. Encontrará algunas en la Tabla 20 del Cuadernillo de Datos.

- (a) Indique **una** semejanza estructural y **una** diferencia entre la dietilamida del ácido lisérgico (LSD) y la psilocibina. [2]

.....
.....
.....

- (b) Describa **dos** efectos psicotrópicos a corto plazo del tetrahidrocannabinol (THC). [2]

.....
.....
.....
.....



Opción E — Química ambiental

E1. El dióxido de carbono, el metano y los clorofluorcarburos (CFC) son gases de efecto invernadero muy conocidos. El trifluoruro de nitrógeno, NF_3 , es miles de veces más efectivo para el calentamiento de la atmósfera que una masa igual de dióxido de carbono. El NF_3 se usa en la fabricación de chips para computadoras y capas delgadas de células fotovoltaicas.

- (a) Identifique **dos** gases de efecto invernadero no mencionados arriba. Uno de los gases que identifique debe contener un átomo de nitrógeno. Para cada gas indique su fuente. [4]

<p>Gas de efecto invernadero 1:</p> <p>.....</p> <p>Fuente:</p> <p>.....</p> <p>Gas de efecto invernadero 2:</p> <p>.....</p> <p>Fuente:</p> <p>.....</p>

- (b) El metano producido por las ovejas y las vacas puede contribuir al calentamiento global. En Australia, se considera que las ovejas y las vacas producen aproximadamente el 14 % del total de las emisiones de gases de efecto invernadero del país. Explique cómo se forma este metano. [1]

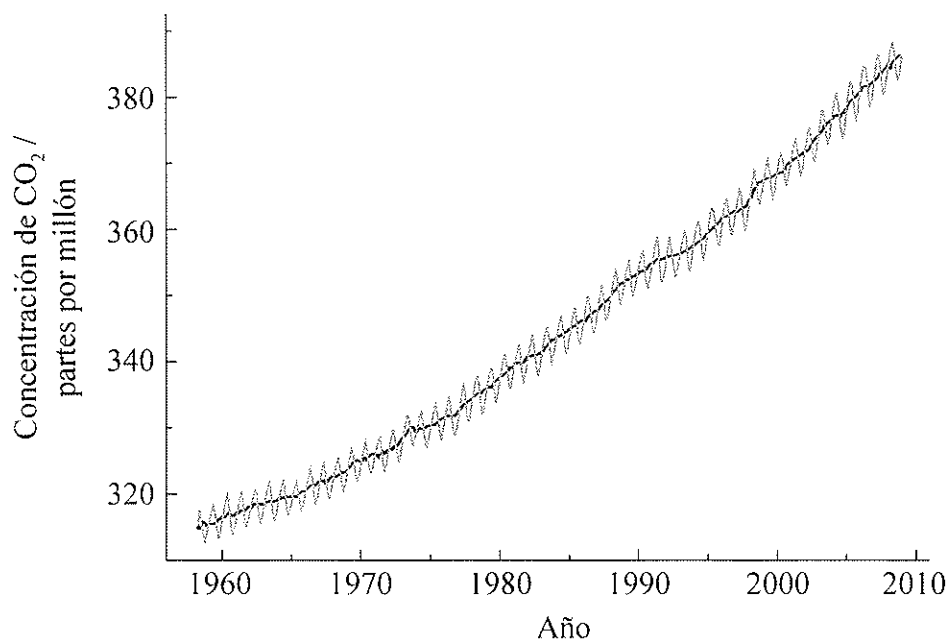
<p>.....</p> <p>.....</p>

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E1: continuación)

- (c) El siguiente gráfico muestra el incremento anual de la concentración de dióxido de carbono atmosférico registrado en Mauna Loa, Hawai.



[Fuente: http://scrippsco2.ucsd.edu/graphics_gallery/mauna_loa_record/mauna_loa_record.html]

Explique por qué el gráfico no es liso sino que presenta fluctuaciones anuales (mostradas en gris).

[1]

.....

.....

.....

- (d) Indique **una** consecuencia del calentamiento global.

[1]

.....

.....



E2. En la sociedad actual el suministro de agua dulce es de capital importancia.

- (a) El mercurio y los bifenilos policlorados (PCB) pueden causar serios problemas de salud cuando se encuentran en el agua. Indique **una** fuente de cada uno de estos dos contaminantes.

[2]

Mercurio:

.....

PCB:

.....

- (b) El agua dulce se puede obtener a partir del agua de mar usando la destilación múltiple y la ósmosis inversa. Evalúe estos **dos** procesos. Su respuesta debe incluir una descripción de **cada** proceso.

[5]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



- E3. (a) Los efluentes industriales se encuentran altamente contaminados con iones plata y plomo. Una muestra de agua contiene $8,0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ de Ag^+ y $1,9 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ de Pb^{2+} . Cuando se añaden iones cloruro ambos precipitan de la solución como AgCl ($K_{ps} = 1,8 \times 10^{-10}$) y PbCl_2 ($K_{ps} = 1,7 \times 10^{-5}$). Determine la concentración de Cl^- necesaria para iniciar la precipitación de cada sal y deduzca qué sal precipita primero. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) Indique qué se entiende por el término *capacidad de intercambio catiónico* (CIC). [1]

.....

.....

- (ii) Describa **dos** funciones químicas de la materia orgánica del suelo (MOS). [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E3: continuación)

- (iii) Discuta cómo las variaciones del pH del suelo afectan la disponibilidad de nitrógeno y fósforo para las plantas.

[3]

Nitrógeno:

.....
.....
.....

Fósforo:

.....
.....
.....



Opción F — Química de los alimentos

F1. (a) La rancidez es la percepción en los lípidos de características organolépticas que percibimos como no deseables por su olor, sabor, textura o apariencia desagradables. Los procesos que crean dichas características organolépticas pueden ser la rancidez hidrolítica o la rancidez oxidativa de los lípidos.

(i) Prediga los productos de la rancidez hidrolítica de las grasas.

[2]

.....

.....

(ii) La hidrólisis de los productos lácteos se usa en la fabricación de quesos. Indique **dos** condiciones que provocan el aumento de la velocidad de la hidrólisis de las grasas de la leche.

[2]

.....

.....

.....

.....

(iii) Las patatas fritas se cocinan en aceites provenientes de ácidos grasos insaturados. Explique desde el punto de vista de los procesos químicos por qué las patatas fritas se adquieren en envases laminados sellados, opacos, llenos de nitrógeno y saben mejor cuando están recién abiertos.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F1: continuación)

- (b) El enranciamiento oxidativo se produce por medio de mecanismos de reacciones en cadena de radicales libres que transcurren mediante las etapas de iniciación, propagación y terminación. Indique **una** ecuación que se relacione con **cada** etapa.

[3]

Iniciación:

.....

Propagación:

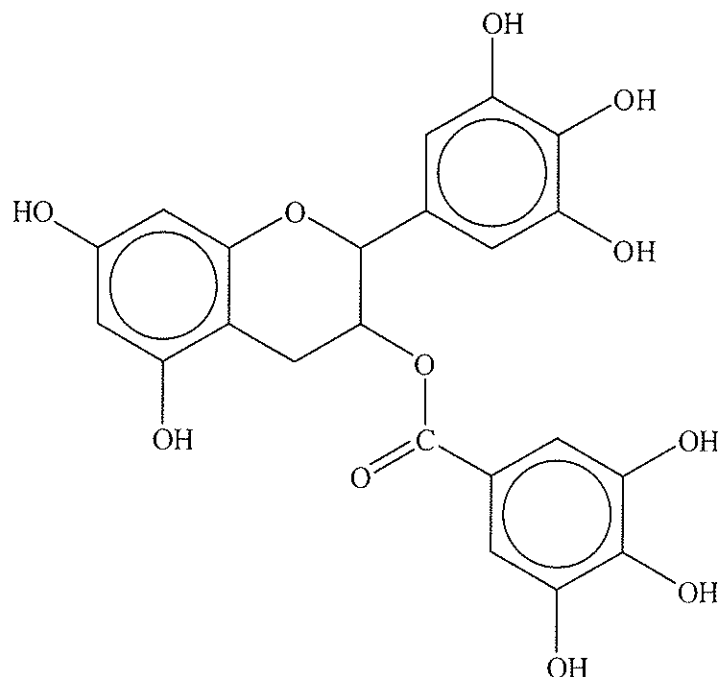
.....

Terminación:

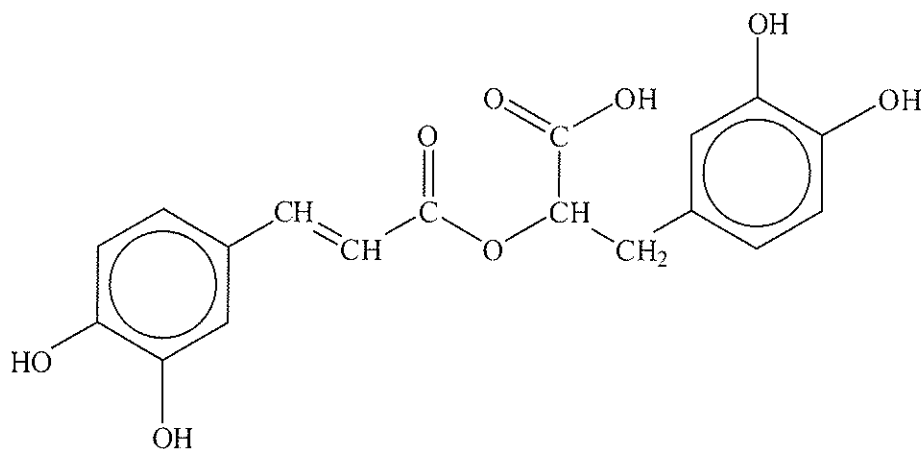
.....



- F2.** (a) Los antioxidantes son sustancias que disminuyen la velocidad de oxidación de los alimentos y también se pueden consumir para mejorar la salud. Dos alimentos tradicionales con propiedades antioxidantes son el té verde y el orégano. El té verde contiene 3-galato de epigallocatequina (EGCG) y el orégano contiene ácido rosmarínico. Las estructuras de estos dos compuestos se muestran a continuación.



3-galato de epigallocatequina (EGCG)



Ácido rosmarínico

- (i) Explique por qué ambos, el EGCG y el ácido rosmarínico, tienen propiedades antioxidantes.

[1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F2: continuación)

- (ii) Enumere **dos** efectos beneficiosos para la salud derivados del consumo de alimentos como el té verde y el orégano. [2]

.....
.....
.....
.....

- (b) Las antocianinas son pigmentos naturales responsables del color de los arándanos azules y los arándanos rojos. En la Tabla 22 del Cuadernillo de Datos hallará las estructuras de dos formas de antocianinas.

- (i) Usando las abreviaturas BQ para la base quinoidal y CF^+ para el catión flavilio, indique una ecuación que describa cómo afecta el pH el color de las antocianinas. [1]

.....

- (ii) Sugiera por qué los arándanos azules no se deberían almacenar en recipientes de aluminio. [2]

.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F2: continuación)

- (c) Compare las estructuras de los pigmentos naturales, clorofila y hemo B usando la Tabla 22 del Cuadernillo de Datos.

[4]

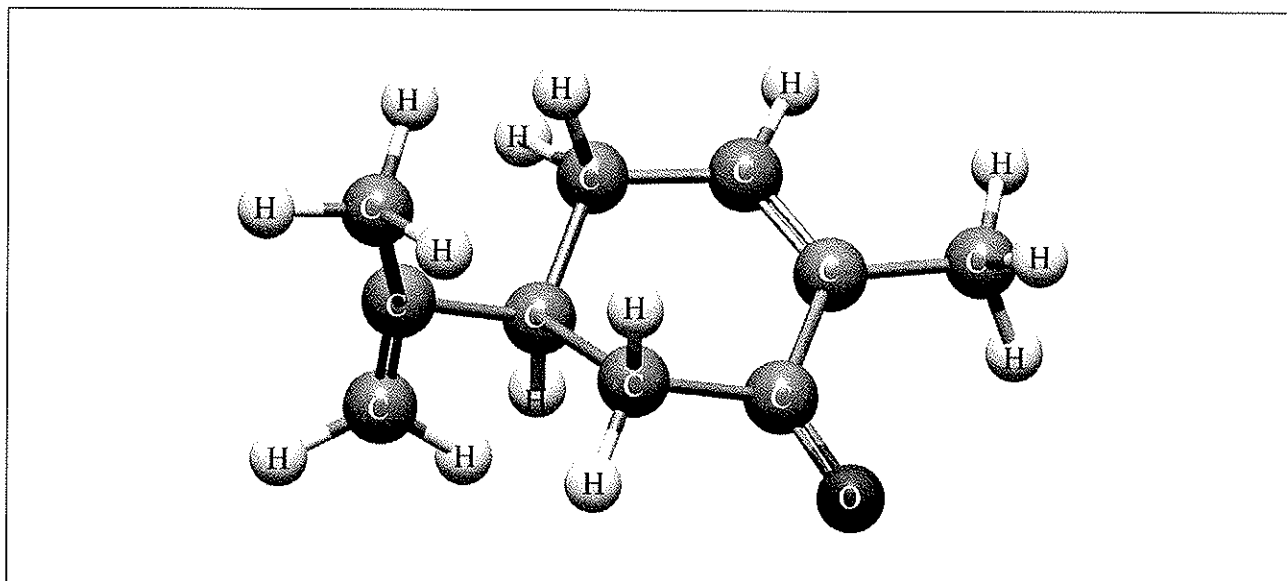
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



- F3.** La carvona es un miembro de la familia de compuestos denominados terpenoides. La carvona presenta dos formas enantiómeras. La (*S*)-(+)-carvona es el componente principal del aceite de alcaravea y la (*R*)-(-)-carvona es el principal componente del aceite de menta verde.

(a) Identifique con un asterisco, *, el centro quiral de la carvona.

[1]



(b) Explique el significado de la notación *R* y *S* y cómo se diferencia de la notación *d* y *l*.

[2]

.....

.....

.....

.....

(c) La estructura representada corresponde a la (*S*)-(+)-carvona. Explique cómo se deduce esto.

[2]

.....

.....

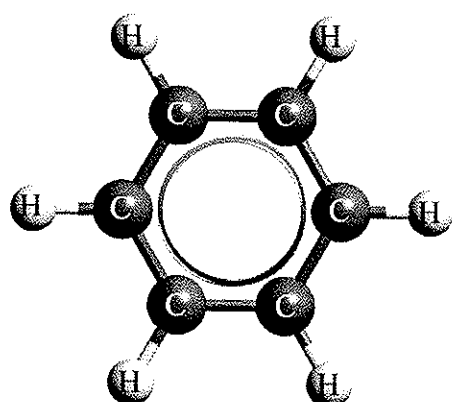
.....

.....

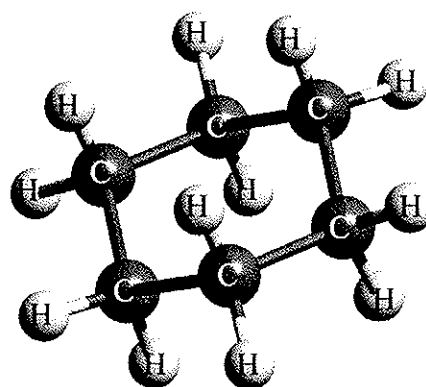


Opción G — Química orgánica avanzada

- G1.** El benceno, C_6H_6 , es un compuesto plano que se diferencia de la estructura no plana del ciclohexano, C_6H_{12} . A continuación se representan las estructuras del benceno y de la forma más estable del ciclohexano.



Benceno



Ciclohexano

- (a) Con referencia a los compuestos benceno, ciclohexano y 1,3-ciclohexadieno, indique cuál compuesto presentaría la menor longitud de enlace carbono-carbono. [1]

.....

- (b) Explique por qué es más frecuente que el benceno sufra reacciones de sustitución en lugar de reacciones de adición. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G1: continuación)

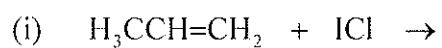
- (c) Sugiera por qué el clorometilbenceno, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$, reacciona con hidróxido de sodio acuoso templado, NaOH , mientras que el clorobenceno, $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$, requiere condiciones más energéticas como elevada temperatura (p. ej. 350°C).

[2]

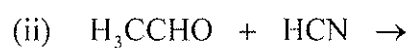
.....
.....
.....
.....



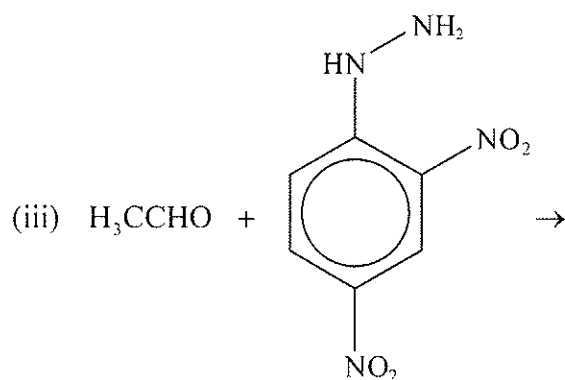
G2. (a) Dibuje las fórmulas estructurales de los **principales** productos orgánicos que se forman en las siguientes reacciones.



[1]



[1]



[1]



[1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G2: continuación)

- (b) Dibuje la fórmula estructural del otro producto de la reacción del apartado (a) (i).

[1]

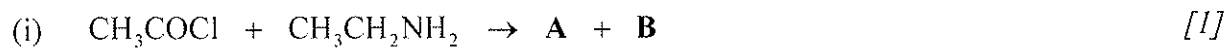
- (c) Identifique cada uno de los tipos de reacción del apartado (a) como eliminación, adición nucleófila, adición electrófila, ácido-base, adición-eliminación o Grignard.

[4]

Reacción	Tipo
(a) (i)	
(a) (ii)	
(a) (iii)	
(a) (iv)	

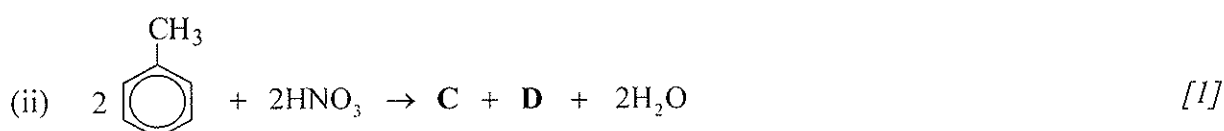


G3. (a) Identifique **todos** los productos **principales**, **A–D**, en las siguientes reacciones.



A:

B:



C:

D:

(b) **C** y **D** son isómeros. Explique el mecanismo de la reacción del apartado (a) (ii), para formar uno de estos isómeros, usando flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos. [3]



- G4.** El benceno reacciona con el cloruro de etanoílo, CH_3COCl , en presencia de un catalizador de cloruro de aluminio, AlCl_3 , por medio de una reacción de acilación. Explique el mecanismo de la reacción, usando flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos. Incluya la formación del nucleófilo. [4]

- G5.** Deduzca una ruta de reacción en dos etapas que se pueda utilizar para convertir 1-butanol, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$, en 1,2-dibromobutano, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_2\text{Br}$. Indique los reactivos usados en cada etapa e identifique el producto formado en la etapa 1. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

